

03/11/04

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Fritz LEBER and Jürgen LEGNER
Serial no. :
For : METHOD FOR THE OPERATION OF A DRIVE
Docket : TRAIN FOR POWERING A MOBILE VEHICLE
ZAHFRI P603US

MAIL STOP PATENT APPLICATION
The Commissioner for Patents
U.S. Patent & Trademark Office
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY

Dear Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. § 119 for the above-identified United States Patent Application based upon German Patent Application No. 103 14 337.8 filed March 28, 2003. A certified copy of said German application is enclosed herewith.

In the event that there are any fee deficiencies or additional fees are payable, please charge the same or credit any overpayment to our Deposit Account (Account No. 04-0213).

Respectfully submitted,


Michael J. Bujold, Reg. No. 32,018
Customer No. 020210
Davis & Bujold, P.L.L.C.
Fourth Floor
500 North Commercial Street
Manchester NH 03101-1151
Telephone 603-624-9220
Facsimile 603-624-9229
E-mail: patent@davisandbujold.com

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 14 337.8

Anmeldetag: 28. März 2003

Anmelder/Inhaber: ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs
zum Antrieb eines Mobil-Fahrzeugs

IPC: F 16 D, B 60 K, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Hieberger". The signature is written in a cursive, flowing style.

Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs
zum Antrieb eines Mobil-Fahrzeugs

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Gattungsgemäße Antriebsstränge befinden sich vorzugsweise in Arbeitsmaschinen, wie Stapler, Telehandler, Radlader oder Grader. Insbesondere bei Stapler, Telehandler oder Grader besteht die Notwendigkeit, eine vom Fahrer vorgegebene Fahrgeschwindigkeit konstant zu halten. Ebenso besteht die Forderung, die Zugkraft des Fahrzeugs zu begrenzen. Bei 15 Arbeitsmaschinen treibt eine Antriebsmaschine einerseits den Fahrantrieb über den hydrodynamischen Drehmomentwandler und andererseits einen Nebenabtrieb für beispielsweise die Arbeitshydraulik an. Benötigt die Arbeitshydraulik vermehrt Leistung, so wird häufig die Drehzahl der Antriebsmaschine angehoben, wodurch sich ebenfalls die Betriebsbedingungen 20 des hydrodynamischen Drehmomentwandlers verändern. Dies erschwert zusätzlich das Bewegen des Fahrzeugs mit konstanter Fahrgeschwindigkeit.

25 Die DE 195 21 458 A1 offenbart eine elektrohydraulische Steuervorrichtung für den Antrieb einer Maschine. Hierbei hat der Fahrer ein erstes Pedal, mit welchem er die Drehzahl der Antriebsmaschine erhöhen kann, und ein zweites Pedal, mit welchem er eine Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und einem Pumpenrad des hydrodynamischen Drehmomentwandlers in einen Schlupfzustand bringen kann. Um nun ausreichend Drehzahl für die Arbeitshydraulik bereitzustellen, wird einerseits das Pedal für die Drehzahl der An-

triebsmaschine betätigt, und um gleichzeitig die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu reduzieren, wird gleichzeitig das Pedal zur Deaktivierung der Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad gedrückt. Ein Einstellen einer konstanten Fahrgeschwindigkeit ist nahezu unmöglich.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Fahrgeschwindigkeit bei einem Fahrzeug mit hydrodynamischem Drehmomentwandler und Nebenabtrieb nahezu konstant zu halten.

Die Aufgabe wird mit einem, auch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs aufweisenden Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs gelöst.

15 Erfindungsgemäß befindet sich zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad des hydrodynamischen Drehmomentwandlers eine Kupplung. Diese Kupplung kann innerhalb des hydrodynamischen Drehmomentwandlers oder separat vor bzw.
20 hinter dem hydrodynamischen Drehmomentwandler angeordnet sein. Die Antriebsmaschine treibt zusätzlich mindestens einen Nebenabtrieb an, welcher vorzugsweise als hydraulische Pumpe ausgebildet ist. Die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad wird so angesteuert, dass unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine eine aktuelle Geschwindigkeit des Mobil-Fahrzeugs einer Geschwindigkeitsvorgabe entspricht. Hierbei wird vorzugsweise am Antrieb oder am Abtrieb des schaltbaren Getriebes, welches dem hydrodynamischen Drehmomentwandler nachgeschaltet angeordnet ist, oder an Gelenkwellen oder den Fahrzeugrädern
25 Drehzahlsensoren angeordnet, aus dessen Signalen eine elektronische Steuereinheit die aktuelle Fahrgeschwindigkeit ermittelt. Diese aktuelle Fahrgeschwindigkeit wird mit ei-
30

ner Soll-Fahrgeschwindigkeit, welche beispielsweise von der elektronischen Steuereinheit von einem Signal eines Fahrpedals ermittelt wird, verglichen. Anschließend wird die Kupplung zwischen dem Pumpenrad und der Antriebsmaschine so 5 angesteuert, dass die aktuelle Geschwindigkeit der Geschwindigkeitsvorgabe entspricht. Die Drehzahl der Antriebsmaschine kann hierbei direkt von der Anforderung des Nebenabtriebs gesteuert sein. Dies kann beispielsweise der-
10 gestalt erfolgen, dass die elektronische Steuereinheit die Antriebsmaschine ansteuert, wobei die elektronische Steuer- einheit das Ansteuerungssignal aus Signalen, welche bei- spielsweise aus den Steuerelementen der Arbeitshydraulik stammen, erzeugt. Somit ist es möglich, das Fahrzeug mit konstanter Fahrgeschwindigkeit zu betreiben und der Ar-
15 beitshydraulik veränderbare Antriebsdrehzahlen bereitzu- stellen.

In einer weiteren Ausgestaltungsform besteht die Mög- lichkeit, die Zugkraft des Fahrzeugs zu begrenzen, damit 20 sich die Fahrzeugräder bei zu großem Fahrwiderstand nicht in den Untergrund eingraben. Dies ist insbesondere bei Gra- dern von großer Bedeutung. Die Begrenzung der Zugkraft und somit des Drehmoments wird vorzugsweise dadurch gelöst, dass die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem 25 Pumpenrad so angesteuert wird, dass unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine ein aktuelles Drehmoment des Turbinenrades des hydrodynamischen Drehmomentwandlers eine zuvor definierte Drehmomentvorgabe nicht überschreitet. Das Drehmoment des Turbinenrades kann beispielsweise durch 30 Drehmomentsensoren am Turbinenrad oder an den dem Turbinen- rad nachfolgenden Bauteilen ermittelt werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, das Drehmoment rechnerisch zu ermitteln, wobei die Abtriebsdrehzahl des hydrodynamischen

Drehmomentwandlers und die Antriebsdrehzahl des hydrodynamischen Drehmomentwandlers sowie die Drehzahl des Pumpenrades berücksichtigt werden. Insbesondere durch die Ermittlung oder Messung der Drehzahl des Pumpenrades kann aus der 5 Wanderkennung das Drehmoment exakt ermittelt werden.

Soll die Fahrgeschwindigkeit konstant gehalten werden und das Fahrzeug befindet sich auf einer Gefällstrecke und somit im Schubbetrieb, kann zusätzlich automatisiert die 10 Betriebsbremse des Fahrzeugs zugeschaltet werden.

Befindet sich die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad innerhalb des Wandlergehäuses und wird diese Kupplung über einen Kolben betätigt, so wirkt 15 auf den Kolben einerseits die Betätigungsdruck und andererseits der Wandlerinnendruck. Um die Kupplung exakt im Schlupfbetrieb betreiben zu können und die Betätigungsdruck, und somit den Betätigungsdruck, optimal einstellen zu können, wird der Wandlerinnendruck beim Ermitteln des 20 Betätigungsdrucks mitberücksichtigt. Der Wandlerinnendruck kann beispielsweise über einen Drucksensor oder rechnerisch über den Betriebszustand des hydrodynamischen Wandlers ermittelt werden. Der Betätigungsdruck für die Primärkupplung ist vorzugsweise von der elektronischen Steuereinheit über 25 ein Proportionalventil einstellbar.

Der Wandlerinnendruck ist im wesentlichen abhängig von der Pumpendrehzahl, Turbinendrehzahl, Öltemperatur und der durch den Wandler fließenden Ölmenge. Außerdem wird der 30 Wandlerinnendruck auch durch die Öffnungscharakteristika der Ventile vor bzw. nach dem Wandler bestimmt. Die im Wandlerekreislauf auch enthaltenen Durchflußwiderstände, wie z. B. Kühler und Leitungen, müßten bei jeder Fahrzeugin-

stallation ermittelt werden. Die Öltemperatur könnte über einen Temperatursensor gemessen werden.

Der Ölfluß durch den Wandler wird meist mit einer Zahnradpumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen gefördert. Diese Zahnradpumpe wird meist mit der Verbrennungsmotordrehzahl angetrieben. Der Ölfluß könnte rechnerisch mittels dieser Drehzahl ermittelt werden.

Weitere Merkmale sind der Figuren-Beschreibung zu entnehmen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau eines Teils des Antriebsstranges;

15 Fig. 2 ein Zugkraftgeschwindigkeits-Diagramm beim Betrieb mit konstanter Geschwindigkeit;

Fig. 3 ein Zugkraftgeschwindigkeits-Diagramm beim Betrieb mit konstanter Geschwindigkeit bei unterschiedlichen Lasteinstellungen der Antriebsmaschine;

20 Fig. 4 ein Zugkraftgeschwindigkeits-Diagramm bei konstanter Zugkraft und

Fig. 5 ein Zugkraftgeschwindigkeits-Diagramm bei konstanter Zugkraft und unterschiedlichen Lasteinstellungen der Antriebsmaschine.

25 Fig. 1:

Eine nicht gezeigte Antriebsmaschine treibt ein Wandleregehäuse 1 an. Mit der Antriebsmaschine ist ein nicht gezeigter Nebenabtrieb, vorzugsweise eine hydraulische Pumpe, verbunden. Eine Kupplung 2 verbindet bei Aktivierung das Pumpenrad des hydrodynamischen Wandlers. Das Pumpenrad treibt bei Rotation ein Turbinenrad 4 an, welches über eine

nicht gezeigte Verbindung mit einem Lastschaltgetriebe 5 verbunden ist und dieses antreibt. Das Lastschaltgetriebe 5 treibt Antriebsräder 6 an. Eine elektronische Steuereinheit 7 erfaßt über einen Drucksensor 8 und/oder einen Drehzahlsensor 9 und/oder einen Drehzahlsensor 10 und/oder einen Drehzahlsensor 11 sowie über einen Sensor am Fahrpedal 12 und einen Sensor an dem Steuerhebel der Arbeitshydraulik 13 und/oder einen Drehzahlsensor am Getriebe 14 und/oder einen Drehzahlsensor 15 an der Gelenkwelle zwischen dem Getriebe 5 und dem Antriebsrad 6 den Zustand des Antriebsstrangs. Insbesondere ist bei schleifender Kupplung 2 der Druck im Wandlergehäuse 1 sowie das Drehmoment des Turbinenrades 4 von Bedeutung. Durch Kenntnis der Drehzahl des Pumpenrades 3 und Kenntnis einer Drehzahl des Turbinenrades 4 oder im Antriebsstrang nachgeschalteten Bau- teilen sowie weiteren Betriebsparametern des Wandlers kann das Drehmoment des Turbinenrades 4 sowie der Druck innerhalb des Wandlergehäuses 1 rechnerisch ermittelt werden. Gibt der Fahrer über das Fahrpedal 12 eine Geschwindigkeitsvorgabe vor und gleichzeitig wird der Steuerhebel 13 betätigt, so wird die Antriebsmaschine dergestalt eingestellt, dass der Nebenabtrieb ausreichend Leistung für die Arbeitshydraulik erzeugt und gleichzeitig die Kupplung 2 dergestalt betätigt, dass das Fahrzeug auf der gewünschten Geschwindigkeitsvorgabe sich bewegt. Um die Kupplung 2 anzusteuern, gibt die elektronische Steuereinheit 7 ein Signal an ein Proportionalventil 16 aus, welches bereits den Innendruck im Wandlergehäuse 1 berücksichtigt, wodurch das Proportionalventil 16 die Betätigungsseinrichtung der Kupplung 2 mit Druck beaufschlagt.

Fig. 2:

Stellt der Fahrer eine Geschwindigkeit 17 ein, welche konstant gehalten werden soll, so stellt sich eine Zugkraft 18, welche abhängig vom Fahrwiderstand ist, ein, indem die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad mehr oder weniger geöffnet wird. Im Punkt 19 ist die Kupplung vollständig geschlossen. Bewegt sich das Fahrzeug aufgrund eines Gefälles in den Bereich 20, so kann die konstante Geschwindigkeit durch Aktivieren der Betriebsbremse gehalten werden.

Fig. 3:

Das Fahrzeug befindet sich auf der konstanten Geschwindigkeit 17, wobei die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad des hydrodynamischen Wandlers, je nach geforderter Zugkraft (FZ), betätigt wird. Bei einer mittleren Lastgeberstellung 21 der Antriebsmaschine hält das Fahrzeug die konstante Geschwindigkeit 17 bis zum Punkt 22 und verringert dann die Fahrgeschwindigkeit auf der Leistungscurve der mittleren Lastgeberstellung 21. Hierbei ist die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad geschlossen.

Fig. 4:

Die vorgewählte maximale Zugkraft 23 begrenzt die Zugkraft des Fahrantriebs. Im Bereich 24 wird die Kupplung zwischen dem Antriebsmotor und dem Pumpenrad so angesteuert, dass am Turbinenrad eine maximale Zugkraft 23 nicht überschritten wird. Die überschüssige Leistung steht dem Nebenabtrieb zur Verfügung.

Fig. 5:

Die Leistungscurve bei einer mittleren Lastgeberstellung 21 und die Vorgabe der maximalen Zugkraft 23 begrenzt einen Bereich 25, innerhalb welchem die Kupplung zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad dergestalt aktiviert wird, dass die maximale Zugkraft 23 nicht überschritten wird. Die überschüssige Leistung steht dem Nebenabtrieb zur Verfügung.

Bezugszeichen

- 1 Wandlergehäuse
- 5 2 Kupplung
- 3 Pumpenrad
- 4 Turbinenrad
- 5 Lastschaltgetriebe
- 6 Antriebsräder
- 10 7 elektronische Steuereinheit
- 8 Drucksensor
- 9 Drehzahlsensor
- 10 Drehzahlsensor
- 11 Drehzahlsensor
- 15 12 Fahrpedal
- 13 Steuerhebel
- 14 Drehzahlsensor
- 15 Drehzahlsensor
- 16 Proportionalventil
- 20 17 Geschwindigkeit
- 18 Zugkraft
- 19 Punkt
- 20 Bereich
- 21 mittlere Lastgeberstellung
- 25 22 Punkt
- 23 maximale Zugkraft
- 24 Bereich
- 25 Bereich

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs zum
5 Antrieb eines Mobil-Fahrzeugs mit einer Antriebsmaschine,
welcher einerseits über einen hydrodynamischen Drehmoment-
wandler mit einem Pumpenrad (3) und einem Turbinenrad (4)
ein schaltbares Untersetzungsgetriebe (5) zum Antrieb des
Fahrantriebs und andererseits einen Nebenabtrieb zum An-
trieb mindestens einer hydraulischen Pumpe antreibt, wobei
10 das Pumpenrad (3) über eine Kupplung (2) mit der Antriebs-
maschine verbindbar ist und das Turbinenrad (4) mit dem
Untersetzungsgetriebe (5) in Verbindung steht, dadurch
gekennzeichnet, dass die Kupplung (2) so
15 angesteuert wird, dass unabhängig von der Drehzahl der An-
triebsmaschine eine aktuelle Geschwindigkeit des Mobil-
Fahrzeugs einer Geschwindigkeitsvorgabe entspricht.

2. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs zum
20 Antrieb eines Mobil-Fahrzeugs mit einer Antriebsmaschine,
welcher einerseits über einen hydrodynamischen Drehmoment-
wandler mit einem Pumpenrad (3) und einem Turbinenrad (4)
ein schaltbares Untersetzungsgetriebe (5) zum Antrieb des
Fahrantriebs und andererseits einen Nebenabtrieb zum An-
trieb mindestens einer hydraulischen Pumpe antreibt, wobei
25 das Pumpenrad (3) über eine Kupplung (2) mit der Antriebs-
maschine verbindbar ist, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Kupplung (2) so angesteuert
wird, dass unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine
30 ein aktuelles Drehmoment des Turbinenrades (4) eine zuvor
definierte Drehmomentvorgabe nicht überschreitet.

3. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Schubbetrieb bei Überschreiten der Geschwindigkeitsvorgabe eine Betriebsbremse aktiviert wird.

5

4. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsbremse dergestalt aktiviert wird, dass die aktuelle Geschwindigkeit der Geschwindigkeitsvorgabe entspricht.

5. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (2) in Abhängigkeit der Drehzahl der Antriebmaschine und der Differenz zwischen der aktuellen Geschwindigkeit und der Geschwindigkeitsvorgabe angesteuert wird.

15

6. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (2) in Abhängigkeit der Drehzahl der Antriebmaschine und der Differenz zwischen dem aktuellen Drehmoment und der Drehmomentvorgabe angesteuert wird.

20

7. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (2) sich innerhalb eines Wandlergehäuses (1) befindet, und von der sich darin befindlichen Flüssigkeit gekühlt wird.

25

8. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeitsvorgabe über ein Fahrpedal (12) einstellbar ist.

30

9. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (2) über eine elektronische Steuereinheit (7) und ein Proportionalventil (16) aktivierbar ist.

5

10. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (2) von einem Betätigungsdruck aktiviert wird, welcher in Abhängigkeit zu einem aktuellen Druck innerhalb des Wandlergehäuses (1) eingestellt wird.

11. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung sich außerhalb des Wandlergehäuses befindet und von einer Kühlflüssigkeit gekühlt wird.

15

Zusammenfassung

5

Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs
zum Antrieb eines Mobil-Fahrzeugs

Ein Mobil-Fahrzeug soll mit konstanter Geschwindigkeit betrieben werden, wobei die Antriebsmaschine, welche über einen hydrodynamischen Drehmomentwandler ein Untersetzungsgetriebe (5) antreibt, in ihrer Drehzahl variiert. Hierfür wird eine Kupplung (2), welche zwischen der Antriebsmaschine und dem Pumpenrad (3) angeordnet ist, dergestalt angesteuert, dass eine aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs der Geschwindigkeitsvorgabe entspricht.

Fig. 1

8624P

113

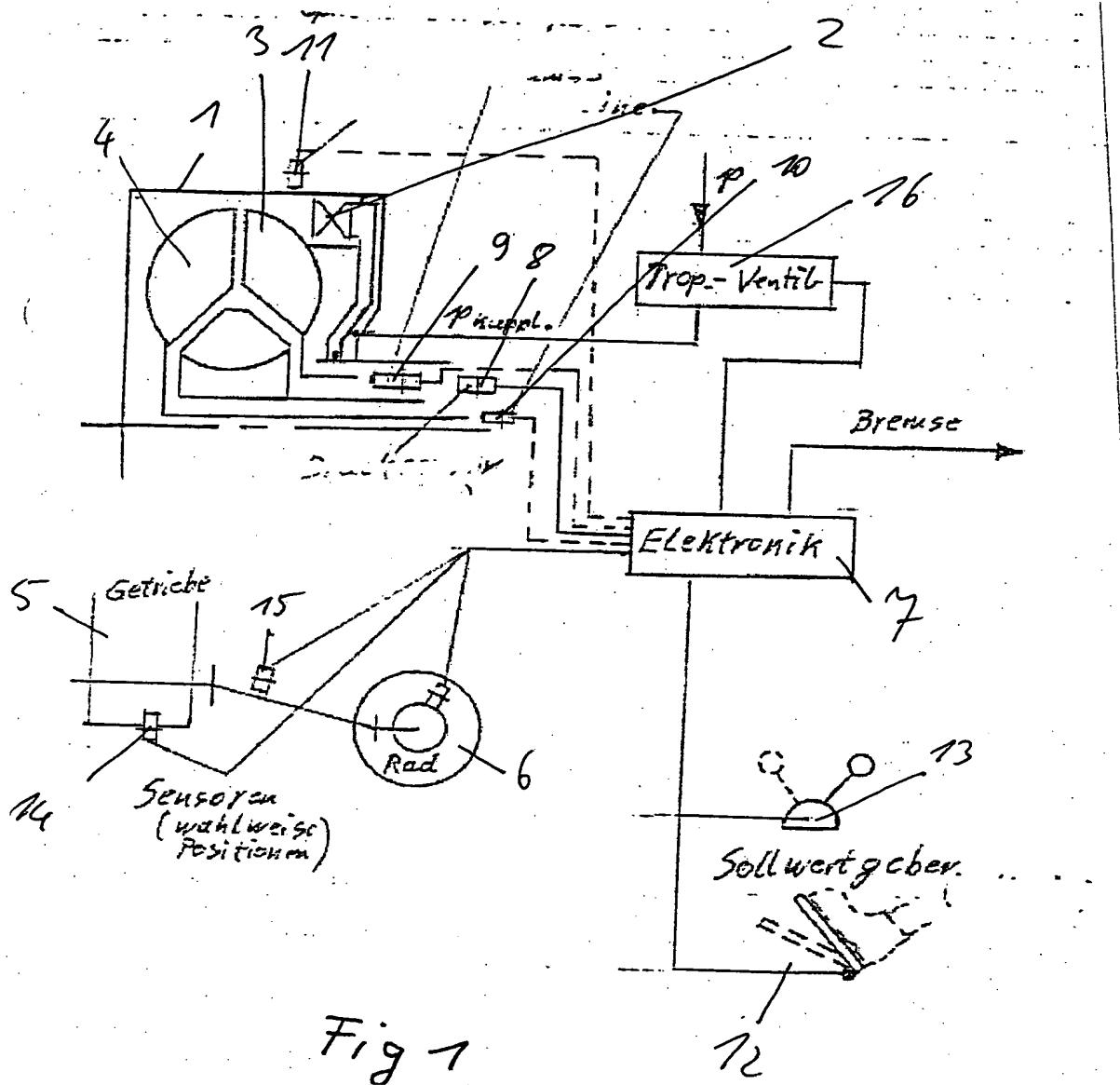


Fig 7

BEST AVAILABLE COPY

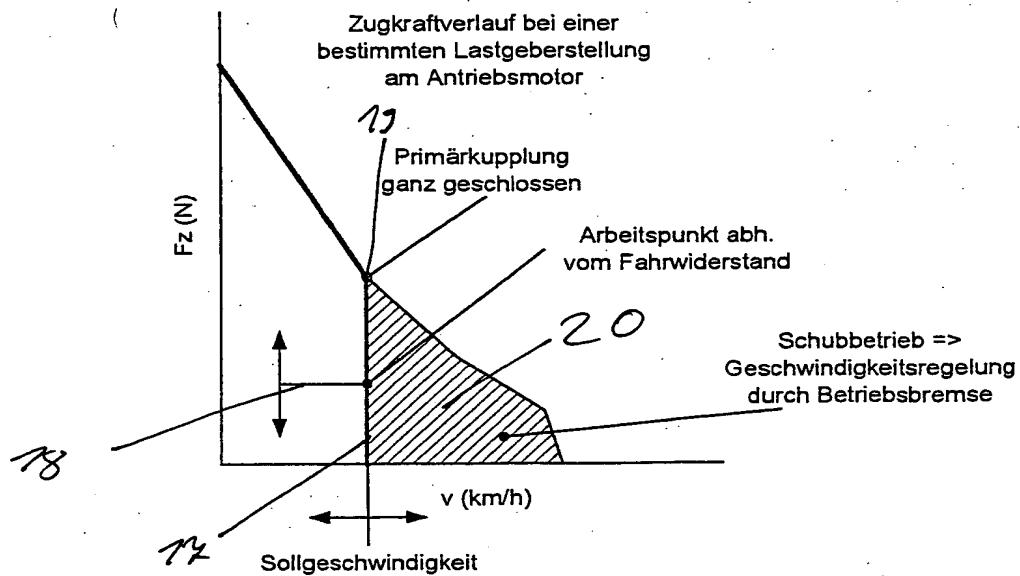


Fig 2

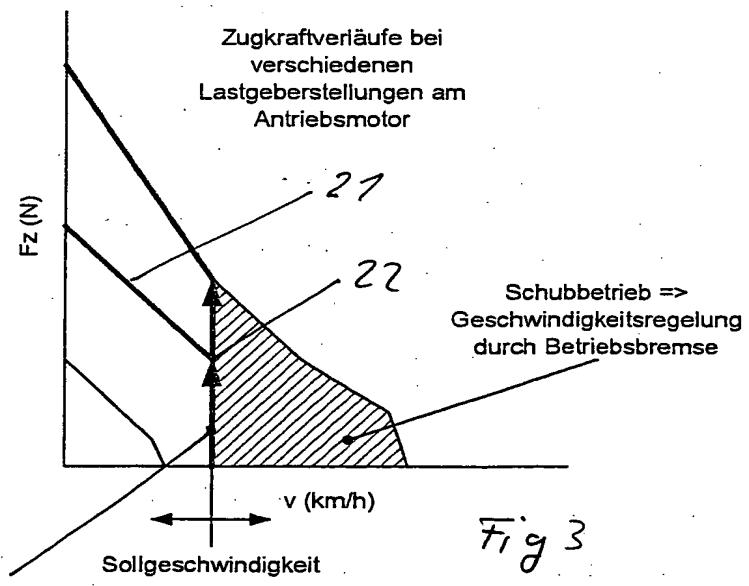


Fig 3

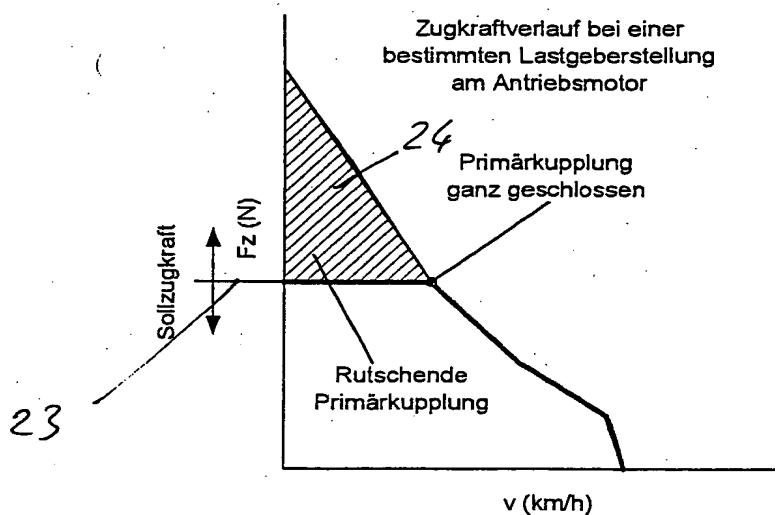


Fig 4

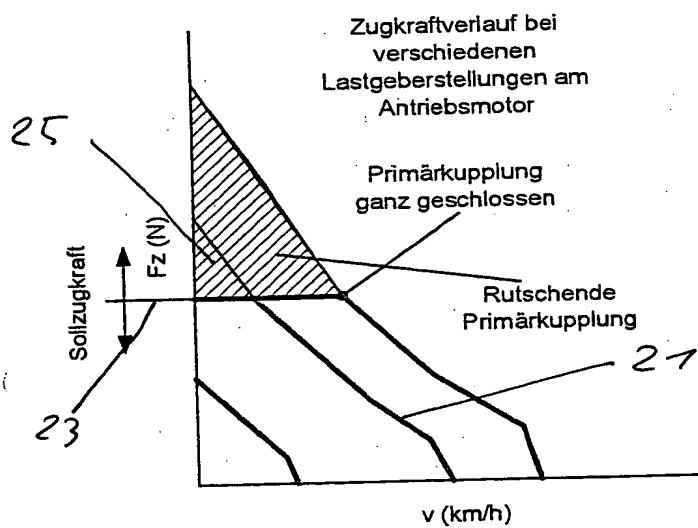


Fig 5